PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 19. 10. Februar 1900. 1. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
St. Meyer und E. v. Schweidler, Versuche über die Absorption von Radiumstrahlen. S. 209.
E. Ruhmer, Über den Einfluss der Selbstinduktion auf die Unterbrechungszahl beim Simonschen Loch-Unterbrecher. S. 211.
R. Abegg, Über die Bedeutung hoher Dissociationswärmen. S. 212.
L. Boltzmann, Zur Geschichte unserer Kenntnis der inneren Reibung und Wärmeleitung in verdünnten Gasen. S. 213.

Vorträge und Reden:
E. Wedekind, Die Grundlagen und Aussichten der Stereochemie. S. 213.

Vorträge und Discussionen von der 71. Naturforscherversammlung zu München:
23. V. Bjerknes, Das dynamische Princip der Cirkulationsbewegungen in der Atmosphäre. S. 215.
24. Die Frage der Decimalteilung von Zeit und Winkeln. S. 217.

Besprechungen:
C. Grebe, Über eine optische Methode der Illustrationstechnik. S. 223.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Versuche über die Absorption von Radiumstrahlen.

Von Stefan Meyer und Egon R. v. Schweidler.

Mit Rücksicht auf die gelegentlich der Ablenkungsversuche im Magnetfelde an Radiumstrahlen erhaltenen Resultate,[1]) die auf eine Verschiedenheit der von verschiedenen Präparaten ausgesendeten Strahlen hinwiesen, haben wir zunächst durch Bestimmungen der Absorptionsverhältnisse Anhaltspunkte für die Art der Zusammensetzung der Strahlung zu gewinnen gesucht.[2]) Als Mass der Intensität diente dabei der von den Strahlen hervorgerufene Elektricitätsverlust einer isolierten mit dem Elektroskop verbundenen Kugel.

Der Apparat bestand bei der Untersuchung der Präparate des Herrn Giesel aus einem Messingcylinder von 19 cm Höhe und 10 cm Durchmesser, der auf einer Messingplatte aufstand und zur Erde abgeleitet war. Durch eine Paraffinplatte, welche den Cylinder bedeckte, führte ein Metallstab, an dessen Ende ungefähr in der Mitte des Cylinder-Hohlraumes eine Messingkugel von 28 mm Durchmesser angebracht war. Letztere ist mit dem Elektroskop leitend verbunden. Das Präparat erfüllte ein ungefähr 4 mm weites und $1\frac{1}{2}$ cm langes unten zugeschmolzenes Glasröhrchen, das bis zum Rande in eine Bohrung eines cylindrischen Bleiklotzes (Höhe 2 cm, Durchmesser 4·5 cm) eingesenkt war. Die absorbierende Platte wurde anschliessend darauf gelegt und darüber zur Abblendung eventuell seitlich austretender Strahlen ein Messingring mit einer Öffnung von 1·4 cm Durchmesser gelegt. Gemessen wurde die Zeit, in der das eine Elektroskopblättchen vom Teilstrich 15 auf 10, entsprechend den Potentialen von 305 und 230 Volt, absank.

Bei Verwendung eines uns jüngst von Herrn Curie überlassenen Radiumbaryumcarbonat-Präparates zeigte es sich, dass die Luft nach Entfernung der radioaktiven Substanz noch einige Zeit eine merkliche Leitfähigkeit beibehielt, was eine Fehlerquelle für die Vergleichung der Entladungsdauer bei verschiedenen absorbierenden Medien bewirken konnte. Bei Herrn Giesels Präparaten war dies nicht merklich der Fall gewesen. Wir haben daher durch die Paraffinplatte zwei Glasröhren eingeführt, durch welche mittelst eines in einiger Entfernung befindlichen Blasebalges vor jeder Messung frische Luft zugeführt wurde.

Bezeichnet T die Entladungsdauer für das gewählte Intervall bei Abwesenheit der radioaktiven Substanz, t die direkt beobachtete Zeit bei Wirkung der Strahlung, so ist der korrigierte Wert $t' = \frac{tT}{T-t}$. T betrug bei unseren Messungen ungefähr 30 Minuten.

Versteht man unter t_0 denjenigen Wert, den man durch die direkte Strahlung der Substanz ohne jedes absorbierende Mittel erhält, so giebt die Formel $J = \frac{1000\, t_0}{t'}$ die Intensität der nicht absorbierten Strahlung in Promille der Gesamtstrahlung an.

Ausser den bereits erwähnten waren bei diesen Versuchen noch zwei Fehlerquellen ins Auge zu fassen. Die erste ist die von P. und S. Curie[1]) entdeckte „inducierte" Strahlungsfähigkeit der umgebenden Körper. Dass dieselbe hier nicht in Betracht kommt, ist einer-

1) Diese Zeitschrift I, No. 9, S. 91. 1899.
2) Ein Teil der Ergebnisse ist bereits im Akadem. Anzeiger Wien No. 26. vom 7. Dez. veröffentlicht.

1) C. R. 129, S. 714. 1899.

Absorbierende Substanz	Dicke in 10^{-2} mm	Intensität (J) der Strahlung für Radium-Baryum- Chlorid (Giesel)	Bromid (Giesel)	Carbonat (Curie)
Aluminium	160	91	79	278
	200	75	—	—
	2×160=320	—	—	220
	2×200=400	57	—	—
	3×200=600	47	—	—
	4×160=640	—	—	180
	6×160=960	—	—	156
Cadmium	230	—	—	167
	250	44	39	—
	2×230=460	—	—	152
Eisen	130	61	52	200
	2×130=260	—	—	166
Blei	260	36	34	125
Palladium	20	82	76	256
	2×20=40	67	—	204
	3×20=60	—	—	182
	330	—	—	125
Platin	2·5	488	526	488
	2×2·5=5	244	247	364
	3×2·5=7·5	123	—	282
	17	—	—	213
	2×17=34	—	—	189
	60	—	—	176
	2×60=120	—	—	149
Zinn (Stanniol)	11	266	281	444
	2×11=22	104	103	313
	3×11=33	88	86	282
	4×11=44	75	75	256
	5×11=55	71	71	250
	6×11=66	67	67	233
	7×11=77	64	64	—
	8×11=88	59	60	222
	15×11=165	—	—	179
Zink	160	68	53	179
	220	59	—	164
	2×160=320	53	—	145
	2×220=440	47	—	131
	460	48	—	128
	3×160=480	42	—	131
	750	35	—	123
	2×460=920	—	—	120
Kupfer	90	68	60	210
	2×90=180	—	—	158
	4×90=360	—	—	137
	8×90=720	—	—	112
Papier	60	122	121	378
	2×60=120	107	—	333
	3×60=180	100	—	308
	4×60=240	—	—	294
	6×60=360	—	—	278
	8×60=480	—	—	256
	12×60=720	—	—	230
	16×60=960	—	—	211
	22×60=1320	—	—	198
Glas	160	99	80	263
	2×160=320	83	—	215
	3×160=480	66·5	—	180
	4×160=640	58·7	—	175
	5×160=800	55·5	—	171
	6×160=960	52·9	—	—
	7×160=1120	49·2	—	—
	10×160=1600	—	—	160
Ebonit	480	—	67	213
	2×480=960	—	—	166

seits zu schliessen aus den quantitativen Angaben dieser Forscher, wonach sie bloss einige Promille der erregenden Strahlung beträgt, anderseits daraus, dass bei einer Reihe unmittelbar aufeinanderfolgender Versuche keine merkliche Verringerung der Entladungsdauer auftrat. Die zweite Fehlerquelle wäre darin zu suchen,

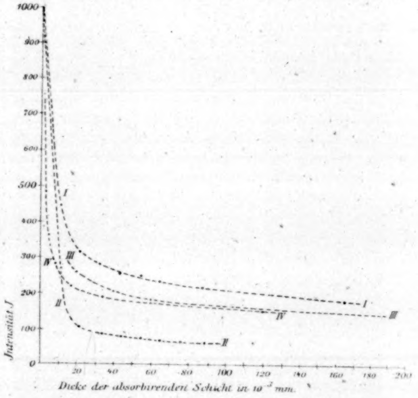

Fig. 1.

dass an der Oberfläche der absorbierenden Medien diffuse Reflexion stattfinden könnte. Einige Versuche (vgl. Zink) zeigten aber, dass die Absorption bei gleicher Dicke mindestens

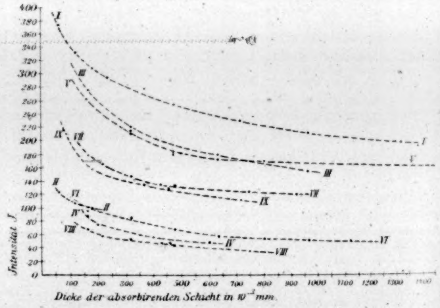

Fig. 2.

in erster Annäherung unabhängig davon ist, ob man eine dickere Platte wählt, oder mehrere dünne aufeinanderlegt.

Einige charakteristische Beispiele für den Gang der Absorption sind in den nebenstehenden Tabellen aufgezeichnet und in Figur 1 und 2 graphisch dargestellt. Dabei bedeutet in Figur 1 die Ziffer I die Zinnkurve für Curies Präparat, II für Giesels Präparat, III Palladium-

kurve, IV Platinkurve, beide für Curies Substanz. In Figur 2 stellen I und II die Kurven für Papier, III und IV für Aluminium, V und VI für Glas, VII und VIII für Zink, immer für Curies bez. Giesels Präparat und IX die Kupferkurve für das Carbonat Curies dar. Man erkennt, dass durchwegs die ersten Schichten eine viel grössere Absorption hervorrufen, als die folgenden. Eine einzige Ausnahme zeigt die ganz dünne Platinfolie gegenüber der Strahlung des Radium-Baryum-Chlorides des Herrn Giesel.

Es ergiebt sich daraus, dass ähnlich wie dies für Röntgen-Uran- und Thorstrahlen bereits nachgewiesen ist, auch hier die Gesamtstrahlung sich aus einer Reihe verschieden absorbierbarer Strahlen zusammensetzt.

Eine Anordnung der Substanzen nach ihrer Durchdringbarkeit lässt sich nach unseren Ergebnissen nicht eindeutig herstellen, da je nach der Schichtdicke die Reihenfolge derselben eine teilweise andere wird. So ergiebt sich die Folge für die Dicke von

$50 \cdot 10^{-3}$ mm

für das Präparat von	Curie	Giesel
	Papier	Glas
	Aluminium	Papier
	Zinn	Kupfer
	Kupfer	Zinn
	Palladium	Palladium
	Platin	

$200 \cdot 10^{-3}$ mm

für das Präparat von	Curie	Giesel
	Papier	Glas, Papier
	Aluminium	Aluminium
	Glas	Zink
	Cadmium	Cadmium
	Zink, Eisen	Zinn
	Zinn	Blei
	Palladium, Blei	
	Platin	
	Kupfer	

$300 \cdot 10^{-3}$ mm

für das Präparat von	Curie	Giesel
	Papier	Glas
	Aluminium	Aluminium
	Glas	Zink
	Cadmium	Cadmium
	Eisen, Zink	Blei.
	Palladium, Blei	
	Kupfer	

Ein Vergleich der verschiedenen strahlenden Substanzen zeigt, dass die Durchdringungsfähigkeit von Radium-Baryum-Chlorid und -Bromid (beides Präparate des Herrn Giesel) nahezu dieselbe ist, hingegen Curies Carbonat wesentlich schwerer absorbierbare Strahlen aussendet. Ein Radium-Baryum-Carbonat Herrn Giesels konnte wegen zu geringer Intensität seiner Wirkung zum Vergleiche nicht herangezogen werden.

Es bestätigt sich sonach unsere schon früher geäusserte Vermutung,[1]) dass verschiedene „Radium"-haltige Verbindungen verschiedenartige Strahlen aussenden, ob aber diese Unterschiede auf den Gegensatz der Carbonat- und Halogenverbindung oder auf die verschiedene Darstellungsweise der Substanzen, durch Herrn und Frau Curie einerseits und anderseits Herrn Giesel, zurückzuführen sei, konnten wir bisher nicht entscheiden.

Das von uns hier angewendete Mass der Intensität ist nicht von vornherein auch für andere Wirkungen (Fluorescenz, photographische Wirkung) anwendbar. Aus dem Verhalten des uns zur Verfügung stehenden Curieschen Poloniumpräparates einerseits, das ohne Fluorescenz zu erregen starke entladende Wirkungen zeigt, und anderseits demjenigen de Haenscher Präparate, die bei relativ starker Fluorescenzwirkung nur geringe Entladungsfähigkeit besitzen, ist im Gegenteile zu schliessen, dass beide Wirkungen nicht vollkommen parallel gehen. Bei dickeren Schichten ergab aber eine ungefähre subjektive Schätzung, dass die Schwächung der Fluorescenzwirkung die gleiche war bei verschiedenen absorbierenden Medien, welche die Entladungsdauer in gleicher Weise beeinflussten.

1) l. c.

Wien, Physikal. Inst. d. Univ. Januar 1900.

(Eingegangen am 25. Januar 1900.)

Über den Einfluss der Selbstinduktion auf die Unterbrechungszahl beim Simonschen Loch-Unterbrecher.

Von Ernst Ruhmer, Berlin.

In No. 14 dieser Zeitschrift wurde an der Hand einiger stroboskopischer Messungen[1]) die Unterbrechungszahl beim Wehnelt-Unterbrecher mit dem Simonschen Wirkungsgesetz[2]) verglichen und dessen strenge Giltigkeit nachgewiesen. Zum Schluss wurde erwähnt, dass sich eine analoge Vergleichung beim Simonschen Loch-Unterbrecher[3]) nicht anstellen liess, da die ausserordentlich schwache Lichtwirkung dieses Unterbrechers sowohl die stroboskopische als auch eine photographische Zählung der Unterbrechungen vereitelte.

Inzwischen ist es mir durch Anwendung einer höheren Betriebsspannung und einer besseren Zählmethode gelungen, die entgegenstehenden Schwierigkeiten zu überwinden.

1) Vgl. E. T. Z. 1899, Heft 26, S. 456 und Heft 45, S. 786.

2) Vgl. Nachr. der Kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen Heft 2, 1899 und Wied. Ann. 68, S. 273, 1899.

3) E. T. Z. 1899, Heft 25 und Wied. Ann. 68, S. 861, 1899.

Die in der folgenden Tabelle wiedergegebenen Beobachtungsresultate zeigen die recht gute Übereinstimmung der beobachteten Unterbrechungszahlen mit den nach der Simonschen Formel

$$T = AL + B \text{ [1]}$$

berechneten Werten auch für den Loch-Unterbrecher.

Selbstinduktion $L \cdot 10^{-7}$ in C. G. S. Einh.	Mittlere Unterbrechungszahlen pro Sekunde
1	295
2	262,5
3	238,9
4	220
5	200

Unterbrechungszeiten $T \cdot 10^5$ beobachtet	Unterbrechungszeiten $T \cdot 10^5$ berechnet	Δ %
338	333	— 1,5
381	375	— 1,6
418	417	— 0,2
455	459	+ 0,9
500	501	+ 0,2

Zu diesen Versuchen wurde ein Unterbrecher einfachster Form benutzt, dessen Loch 2,543 qmm Querschnitt hatte. Die Betriebsspannung betrug 250 Volt, die Temperatur der 10 Proc. H_2SO_4 war konstant 20° C. Die benutzte Rolle mit variabler Selbstinduktion hatte einen Widerstand von ca. 5 Ohm.

Die Konstanten des Simonschen Wirkungsgesetzes $T = AL + B$ wurden zu

$$A = 0{,}00042 \cdot 10^{-7}, \; B = 0{,}00291$$

aus den für T beobachteten Werten bestimmt.

Nun ist aber: $A = \frac{3}{2w}$ [2], wenn w den Widerstand im Unterbrecher bezeichnet. Hieraus ergiebt sich $w = 35{,}7$ Ohm, was mit dem auf andere Weise bestimmten Widerstande des arbeitenden Unterbrechers $w = 30$ Ohm annähernd übereinstimmt.

Bekanntlich arbeitet der Simonsche Loch-Unterbrecher auch ohne eingeschaltete induktive Spule. Vernachlässigt man die Selbstinduktion der Leitungsdrähte, so giebt die Simonsche Formel für unseren speciellen Fall, wenn an Stelle der Selbstinduktionsrolle ein äquivalenter (ca. 5 Ohm) induktionsloser Vorschaltwiderstand eingeschaltet wird:

Für $L = 0$, $T = B$ oder: $T = 0{,}00291$, woraus sich ergiebt: $N = 344$ Unterbrechungen pro Sekunde als für die vorliegenden Verhältnisse grösstmögliche Unterbrechungszahl. Leider war es mir nach der unten beschriebenen Methode unmöglich, die diesbezügliche Unterbrechungszahl festzustellen, doch ergab eine Bestimmung aus der allerdings sehr unreinen Tonhöhe, eine ähnliche Zahl.

Die Zählung der Unterbrechungen erfolgte mit Hilfe einer mit 3 m/Sek. Geschwindigkeit bewegten lichtempfindlichen Platte (resp. Film). Diese Methode, den Öffnungsfunken im Unterbrecher als intermittierende Lichtquelle auf einer bewegten photographischen Platte zu photographieren, und die Photographie zur Zählung der Unterbrechungen zu benutzen, ist wegen ihrer Einfachheit und Genauigkeit der subjektiven stroboskopischen Zählmethode entschieden vorzuziehen. Es sei noch bemerkt, dass bei einer Spannung von ca. 100 Volt der Unterbrechungsfunke desselben Unterbrechers so lichtschwach war, dass er bei allen 5 Aufnahmen ($L = 1 \ldots 5 \times 10^{+7}$) nicht die geringste Belichtung auf einer empfindlichen Trockenplatte ganz derselben Art erkennen liess. Die oben beschriebene Methode ist auch geeignet, die Regelmässigkeit der Unterbrechungen beim Simon- und Wehnelt-Unterbrecher zu vergleichen. Die Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchung sollen einer weiteren Mitteilung vorbehalten bleiben.

Berlin, 20. Januar 1900.

(Eingegangen 27. Jan. 1900.)

1) Vgl. Phys. Zeitschr. I, No. 14, S. 166, 1900.
2) Vgl. Phys. Zeitschr. loc. cit.

Über die Bedeutung hoher Dissociationswärmen.

Von R. Abegg.

Von Guinchard [1]) ist kürzlich konstatiert worden, dass die Violursäure zu ihrem Zerfall in Ionen sich einer intramolekularen Umlagerungsreaktion unterzieht, die offenbar dazu dient, die Molekel zur elektrolytischen Dissociation zu disponieren. Gleichzeitig fand sich, dass die Leitfähigkeit dieser Säure und somit auch ihre Dissociationskonstante K, einen auffallend grossen Temperaturkoefficienten besitzt. Aus diesem lässt sich nach der bekannten thermodynamischen Beziehung van't Hoffs

$$\frac{dK}{K\,dT} = \frac{-q}{RT^2}$$

die Dissociationswärme q der Molekel berechnen (T = absolute Temperatur, R = Gaskonstante in kalorischem Mass = 2). Die Ausführung der Berechnung ergiebt, dass ein Mol Violursäure beim Zerfall in Ionen 3700 cal absorbiert, ein Wert, der im Vergleich zu den meisten

1) Guinchard, Ber. d. D. chem. Ges. 32, 1723, 1899. Arrhenius, Ostw. Zeitschr. 4, 96, 1889; 9, 339, 1892.

anderen Dissociationswärmen[1]) auffällig hoch ist. Aus der Betrachtung der letzteren kann man den Schluss ziehen, dass gerade diejenigen Säuren eine grosse Dissociationswärme besitzen, bei deren Dissociation eine chemische Konstitutionsänderung der Molekel ihrem Ionenzerfall notorisch oder wahrscheinlich vorausgeht; so ist dies mit grosser Sicherheit bei der Flusssäure anzunehmen, die schon als Gas Doppelmolekeln H_2F_2 bilden, welche vor der Dissociation in H^+ und F^- erst zu HF depolymerisiert werden müssen.

Die höchste bekannte Dissociationswärme besitzt das Wasser, nämlich ca. — 13000 cal; im Einklang damit steht, dass nach allen physikalisch-chemischen Methoden das Wasser sich auch als die wohl am stärksten polymerisierte Substanz ergeben hat. Seiner Dissociation in H^+- und OH^--Ionen muss also erst eine tiefgreifende intramolekulare Reaktion, nämlich die Depolymerisation der stark associierten Molekeln vorangehen, daher auch der sehr geringe und mit der Temperatur stark ansteigende Dissociationsgrad[1]), eine Analogie in vergrössertem Massstabe mit der oben erwähnten Violursäure.

Man darf also aus diesen Betrachtungen den Schluss ziehen, dass der Zerfall einer in dissociationsfähiger Form befindlichen Molekel in ihre Ionen keine erhebliche Wärmetönung verursacht, und dass eine grosse Dissociationswärme von intramolekularen chemischen Reaktionen (z. B. Isomerisation, Depolymerisation, Hydratation) herrührt, die durch den Ionisationsvorgang bedingt werden.[1])

1) Kohlrausch u. Heydweiller, Wied. Ann. 53, 209, 1894 od. Ostw. Zeitschr. 14, 317, 1894.

1) Eine ausführlichere Darlegung erscheint in Ber. d. D. chem. Ges.

Breslau, 28. Januar 1900.

(Eingegangen 29. Jan. 1900.)

Zur Geschichte unserer Kenntnis der inneren Reibung und Wärmeleitung in verdünnten Gasen.

Von Ludwig Boltzmann in Wien.

Behufs möglichster Publicität sei es mir gestattet, hier zu konstatieren, dass die bekannten Versuche über Reibung und Wärmeleitung verdünnter Gase von Kundt und Warburg gemeinsam ausgeführt wurden und dass die Arbeiten Smoluchowskis über den letzteren Gegenstand auf Anregung Warburgs und in ihrem ersten Teile in dessen Laboratorium gemacht wurden. Dass ich dies in meiner Gedächtnisrede auf Loschmidt[1]) aus Versehen nicht erwähnte, erklärt sich nur daraus, dass ich dort von allem, was mit Loschmidts Arbeiten nur in entfernterem Zusammenhange steht, lediglich ganz vereinzelte Punkte in gedrängtester Kürze hervorzuheben beabsichtigte.

1) Vgl. diese Zeitschrift I, Heft 14, S. 169, Heft 15, S. 180.

Wien, den 26. Januar 1900.

(Eingegangen 30. Jan. 1900.)

VORTRÄGE UND REDEN.

Die Grundlagen und Aussichten der Stereochemie.[1])

Von Edgar Wedekind.

„Die Stereochemie ist eine positive Wissenschaft und verdient durch ihre zahlreichen experimentellen Verifikationen, wie durch die Entdeckungen, die sie veranlasst hat, die Stelle, die sie sich auf den Hochschulen errungen hat."

Diese Äusserung Le Bel's, die gelegentlich eines Vortrages vor der chemischen Gesellschaft zu Paris fiel, wirft ein charakteristisches Licht auf die schnelle, aber kräftige Entwickelung dieses jüngsten Zweiges der chemischen Wissenschaft. Ein kurzer Überblick über die Erfolge der stereochemischen Betrachtungsweise lehrt, dass die Chemie des Raumes heutzutage kein entlegenes Specialfach mehr ist, sondern eine Lehre, welche die engeren und weiteren Disciplinen der chemischen Wissenschaft mit frischer Erkenntnis durchdringt.

Die Begründung einer „Chemie im Sinne der räumlichen Betrachtungsweise" beweist von neuem den Erfahrungssatz, dass es in der Geschichte der Wissenschaft gewisse Perioden giebt, die stets wiederkehren: hat die Summe der faktischen Beobachtungen eine gewisse Grenze erreicht, wo der bisherige Schatz an theoretischen Betrachtungen nicht mehr ausreicht, um die letzten Erscheinungen zwanglos in das alte System unterzubringen, so sieht man sich genötigt, zur Erklärung derselben neue Gesichtspunkte heranzuziehen.

Dies war auch der Anlass zur Schöpfung der Strukturchemie und des fruchtbaren Begriffes der Isomerie und der Polymerie gewesen, den Berzelius ins Leben rief, als er erkannte, dass zwei Körper von total verschiedenen Eigen

1) Habilitationsvortrag, Tübingen 1899.

schaften, wie die Cyansäure (Wöhler 1823) und die Knallsäure (Liebig 1824) dieselbe analytische Zusammensetzung besitzen: nicht mehr Natur und Zahl der Elemente allein, sondern die verschiedene Art der Zusammenkettung der Atome im Molekül sollte von nun ab für die Eigenschaften eines Körpers massgebend sein.

Die neue Theorie wurde bald durch zahlreiche und wichtige Experimental-Entdeckungen bestätigt und vielseitig erweitert; dennoch machte sich aber schon frühzeitig die Erkenntnis geltend, dass die Darstellung auf der Ebene des Papiers unmöglich der wirklichen Anordnung der Atome entsprechen könnte: man müsste dann z. B. zwei isomere Methylenchloride

$$\begin{array}{c} Cl \\ | \\ H - C - H \\ | \\ Cl \end{array} \text{ und } \begin{array}{c} H \\ | \\ H - C - Cl \\ | \\ Cl \end{array} \text{ voraussehen,}$$

während nur eins existiert.

Forscher wie Pasteur (1860), Butlerow und vor allem Kékule (1867) und J. Wislicenus (1869) wiesen später die chemische Welt auf die Notwendigkeit einer räumlichen Betrachtungsweise hin.

Pasteurs denkwürdige Untersuchungen über die Weinsäuren hatten das erste bemerkenswerte experimentelle Material zu Tage gefördert, aus welchem sich alsbald die wichtigen Spekulationen über Symmetrie und Asymmetrie der Moleküle entwickelten. Diese fussten auf der Erkenntnis, dass man bei der Erforschung des wahren Wesens des Atombaues, sowie bei der Lösung des Problems, ob die vier mit Kohlenstoff verbundenen Radikale in den gesättigten Körpern unveränderliche Plätze einnehmen oder nicht, der Hilfe der Nachbarwissenschaften Physik und Krystallographie nicht entraten kann.

Pasteur schloss nun seine Versuche an die Eigenschaften des polarisierten Lichtes an, dessen Ebene beim Durchgang durch links-hemiëdrische Quarzkrystalle nach links gedreht wird und umgekehrt; er erweiterte diese Erkenntnis durch die grundlegende Entdeckung, dass, wenn eine chemische Substanz in Lösung aktiv ist, ihre Krystalle, wie der Quarz hemiëdrische Flächen aufweisen, welche sich gegenseitig nicht zur Deckung bringen lassen, und deren Sinn der Rotationsrichtung der aktiven Lösung entspricht.

Zur Deutung dieser Phänomene teilte der französische Forscher[1]) die Körper in zwei Klassen mit folgenden Merkmalen ein:

1) Über die Asymmetrie bei natürlich vorkommenden organischen Verbindungen. Aus dem Französischen von M. und A. Ladenburg; wiedergegeben nach Bischoff, Handbuch der Stereochemie, S. 7.

„Die einen geben ein Spiegelbild, das sich mit dem Urbild decken kann, das Spiegelbild der anderen vermag dies auf keine Weise, obgleich es getreulich all seine Einzelheiten wiedergiebt: eine gerade Treppe, ein Zweig mit zweizeiligen Blättern, ein Kubus, der menschliche Körper sind Beispiele für die erste Klasse von Körpern. Eine gewundene Treppe, ein Zweig mit spiralförmigem Blätterstand, eine Schraube, eine Hand, ein unregelmässiges Tetraëder sind Formen der zweiten Gruppe. Diese letzteren haben keine Symmetrieebene.

Da nun das Individuum jedes zusammengesetzten Körpers seine chemische Molekel, diese aber eine Gruppe von Atomen ist, welche nicht beliebig durcheinander laufen, sondern in einer sehr bestimmten Anordnung zu einander stehen, so wäre es doch sicher sehr merkwürdig gewesen, wenn die Natur, die sich in ihren Effekten so mannigfaltig zeigt, und deren Gesetze die Existenz so vieler Arten von Körpern gestattet, uns nicht in den Atomgruppen der zusammengesetzten Molekeln die eine und die andere jener zwei Kategorien dargestellt hätte, in die sich die materiellen Dinge überhaupt teilen lassen. Es wäre mit anderen Worten erstaunlich gewesen, wenn es unter allen chemischen Substanzen, den natürlichen und künstlichen, nicht auch Individuen geben sollte mit sich deckendem und solche mit sich nicht deckendem Spiegelbilde.

Chemisch ausgedrückt lassen sich also alle Körper einteilen in solche mit asymmetrischen und solche mit symmetrischen Atomgruppen.

Da nun keine Unsymmetrie möglich ist ohne die Existenz einer gewissen inneren Stabilität in der Molekel, war das Grundprincip der Stereochemie gegeben durch die Vergleichung der zwei Treppen, ein Vergleich, der denn auch herangezogen wird, um die Isomerieverhältnisse der Traubensäure und der Rechts- und Linksweinsäure zu erklären."

Seit Pasteurs Untersuchung der Weinsäuren war kein neues experimentelles Material beigebracht worden, welches die Notwendigkeit einer Berücksichtigung der räumlichen Lagerungsverhältnisse weiter gestützt hätte; erst durch Wislicenus' Studien über die Milchsäuren, von der nunmehr drei Modifikationen nachgewiesen waren, gelangte man zu der Erkenntnis, dass zur Erklärung derselben die Theoreme der Strukturchemie nicht mehr ausreichten.

Noch fehlte es aber an greifbaren Vorstellungen, trotzdem schon früher die Ansichten mancher Forscher in die richtigen Bahnen einlenkten; erwähnt seien z. B. folgende Äusserungen Butlerows:

„Es ist leicht möglich, dass einige Isomere in Wirklichkeit nicht bestehen, dass die ihnen entsprechende Verteilung der Atome kein dauerhaftes Gleichgewicht bildet, dass daher unter

Umständen, die zu ihrer Bildung erforderlich sind, durch Umsetzung der Atome andere ihnen verwandte Körper entstehen . . .

Das chemische Verhalten eines jeden in einer zusammengesetzten Molekel enthaltenen Atoms irgend eines Elementes wird bedingt einerseits durch seine Natur und die chemische Lagerung in der Molekel, andererseits durch die Natur, Quantität und chemische Lagerung der übrigen, in derselben Molekel enthaltenen Moleküle."

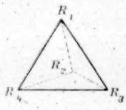

Fig. 1.

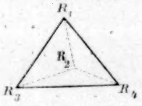

Fig. 2.

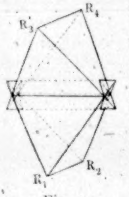

Fig. 3.

Ferner sprach der russische Forscher die Hoffnung aus, dass die Gesetze, welche die Bildung und das Bestehen chemischer Verbindungen regieren, einmal ihren mathematischen Ausdruck finden werden.

Schliesslich hatte Kekule in seiner Arbeit über die Konstitution des Mesitylens die Bildung dieses Kohlenwasserstoffs aus Aceton durch graphische Formeln darzustellen versucht, von denen er sagt, dass sie auch als Modell ausführbar und nach einem solchen gezeichnet seien.

Erst die gleichzeitig im Jahre 1874 ausgesprochenen Ansichten van't Hoffs und Le Bel's brachten eine Theorie, die im Laufe der Zeit durch eine Fülle von Thatsachen auf das glänzendste bestätigt ist und durch ihre Fruchtbarkeit ganz neue Arbeitsgebiete erschlossen hat. Der zuerst genannte Forscher dachte sich die vier Affinitäten des Kohlenstoffatoms nach den vier Ecken eines Tetraëders gerichtet, von welchem das Kohlenstoffatom selbst den Mittelpunkt einnimmt. Unter Zugrundelegung dieser Anschauung kann eine Isomerie erst eintreten, wenn sämtliche Valenzen eines Kohlenstoffatomes durch unter sich verschiedene Radikale besetzt sind, d. h. aus einem Körper von dem Schema $C\,R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4$ kann man zwei verschiedene Tetraëder konstruiren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen ist und die mit einander nicht zur Deckung gebracht werden können, d. h., man hat zwei Isomere im Raume: ein derartiges Kohlenstoffatom wurde mit der Bezeichnung „asymmetrisches Atom" belegt.

(Fortsetzung folgt.)

VORTRÄGE UND DISCUSSIONEN

von der 71. Naturforscherversammlung zu München.

V. Bjerknes (Stockholm), Das dynamische Princip der Cirkulationsbewegungen in der Atmosphäre.

Man betrachte in einem beliebigen bewegten materiellen Kontinuum eine zusammenhängende Reihe von materiellen Punkten, die eine geschlossene Kurve bilden. Jeder Punkt hat eine bestimmte Geschwindigkeit. Wir richten unsere Aufmerksamkeit auf die längs der Tangente der Kurve fallende Komponente dieser Geschwindigkeit, und bilden, für die ganze geschlossene Kurve, die Summe der zur Kurve tangentiellen Komponenten der Geschwindigkeit. Der Wert dieses Integrales heisst nach Lord Kelvin die Cirkulation der Kurve.

Dieser Begriff der Cirkulation ist aus zwei Gründen nützlich und wichtig: Einerseits kann man in bewegten Medien, wie etwa in der Atmosphäre oder im Weltmeere, den Wert der Cirkulation für eine beliebige geschlossene Kurve finden, wenn man hinlänglich vollständige Beobachtungen über den Wind oder über die Strömungen besitzt. Andererseits kann man, aus den Bewegungsgleichungen des betreffenden materiellen Mittels die Gesetze der Aenderung der Cirkulation mit der Zeit ableiten, und kommt dabei, jedenfalls in den einfacheren Fällen, zu Gesetzen von überraschender Einfachheit.

Wenn das betrachtete materielle Kontinuum eine homogene inkompressible Flüssigkeit ist, oder auch eine Flüssigkeit, wo die Dichtigkeit eine Funktion nur des Druckes ist, so ist die Cirkulation jeder geschlossenen Kurve eine in der Zeit unveränderliche Grösse, vorausgesetzt, dass in der Flüssigkeit nur fremde Kräfte konservativer Natur wirken. Dieses bekannte Resultat von Lord Kelvin, welches mit den bekannten Helmholtzschen Wirbelsätzen äquivalent ist, lässt sich sehr leicht verallgemeinern für den Fall, dass man keine specialisierende Annahme über die Dichtigkeit macht.

Um diesen allgemeineren Satz in einfachster Formulierung geben zu können, denken wir uns in der Flüssigkeit die Flächen gleichen Druckes, oder die isobaren Flächen, und die Flächen

gleichen specifischen Volumens, oder die isosteren Flächen gezeichnet. Die nach einander folgenden isobaren Flächen sollen für Druckdifferenzen Eins, die nach einander folgenden isosteren Flächen für Differenzen Eins des specifischen Volumens gezeichnet sein, dabei jedoch vorausgesetzt, dass wir Einheiten hinlänglich kleiner Grössenordnung gewählt haben, um die Abstände der nach einander folgenden Flächen als infinitesimal betrachten zu können. Die beiden Flächenscharen zerlegen die ganze Flüssigkeit in einem System von infinitesimalen Röhren, die wir als Solenoide bezeichnen können. Diese Solenoide sind entweder in sich selbst zurücklaufende, oder auch gegen die Grenzflächen der Flüssigkeit endigende Röhren, so dass eine beliebige geschlossene Kurve ein ganz bestimmtes Bündel von Solenoiden umschliesst.

Die Solenoide in einem solchen Bündel können wir relativ zu einer auf der umschliessenden Kurve gewählten positiven Umlaufsrichtung in zwei Klassen, die positiven und die negativen, teilen. Dieses geschieht in folgender Weise: Die isobaren Flächen bestimmen eine Vektorgrösse, den Gradienten, welcher längs der Normalen dieser Flächen gerichtet ist, und welcher in der Richtung abnehmenden Druckes positiv gerichtet wird; die isosteren Flächen bestimmen in ähnlicher Weise eine Vektorgrösse, welcher längs den Normalen dieser Flächen gerichtet ist, und welchen wir positiv in der Richtung zunehmenden specifischen Volumens wählen wollen, und als den Beweglichkeitsvektor bezeichnen. Mit Hülfe dieser Vektorgrössen können wir eine bestimmte Umdrehungsrichtung um die Axe jedes Solenoids angeben, nämlich diejenige Richtung, welche auf dem kürzesten Wege von dem Beweglichkeitsvektor zu dem Gradienten führt. Wenn diese Umdrehungsrichtung mit der positiven Umlaufsrichtung auf der Kurve zusammenfällt, können wir das Solenoid positiv, und im entgegengesetzten Fall negativ relativ zu dieser Umlaufsrichtung nennen. Schliesslich können wir, nachdem somit das Vorzeichen der Solenoide festgesetzt ist, die Anzahl A der Solenoide im Solenoidenbündel algebraisch auffassen, nämlich als den Überschuss der Anzahl der positiven über die Anzahl der negativen Solenoide. Die Zahl A ist dann eine Zahl mit Vorzeichen, und zwar also mit dem Vorzeichen +, wenn die Umdrehungsrichtung um die in Frage kommenden Solenoide mit der positiven Cirkulationsrichtung auf der Kurve zusammenfällt, und im entgegengesetzten Fall mit dem Vorzeichen —. Der Satz über die Veränderung der Cirkulation einer beliebigen geschlossenen Kurve mit der Zeit lässt sich dann folgendermassen formulieren: Die auf die Zeiteinheit bezogene Zunahme der Cirkulation einer beliebigen geschlossenen Kurve ist zu jeder Zeit an Grösse und Vorzeichen gleich der Anzahl A der von der Kurve umschlossenen Solenoide.

Dieser Satz bezieht sich also, wie die Helmholtz-Kelvinschen Wirbel- und Cirkulationssätze, auf eine reibungslose Flüssigkeit, wo beliebige fremde Kräfte konservativer Natur wirken, nur dass man keine specialisierenden Voraussetzungen über die Dichtigkeit oder das specifische Volumen der Flüssigkeit macht. Specialisieren wir durch die Annahme, dass die Flüssigkeit homogen und inkompressibel ist, oder auch durch die Annahme, dass die Dichtigkeit nur von dem Drucke abhängt, so wird die Anzahl A der Solenoide innerhalb jeder geschlossenen Kurve gleich Null, und man kommt zu dem Kelvinschen Satze über die Erhaltung der Cirkulationsbewegung zurück.

Der entwickelte Satz enthält das dynamische Princip der Bildung der Cirkulationsbewegungen in der Atmosphäre. Die isobaren und die isosteren Flächen in der Atmosphäre umgeben die Erde ungefähr wie die Niveauflächen der Schwere, doch mit kleineren, auf verschiedenen Ursachen beruhenden Vertiefungen und Erhöhungen. Vor allem ist zu beachten, dass mit einer lokalen Temperaturerhöhung ein vergrössertes specifisches Volumen folgen wird, so dass man in einer heissen Gegend in geringer Höhe dasselbe specifische Volumen hat, das man in kälteren Gegenden erst in grösserer Höhe wiederfindet. Die isosteren Flächen liegen deshalb in warmen Gegenden niedriger und in kalten Gegenden höher als man nach dem Wert des Druckes schliessen würde. In der Übergangszone zwischen den kalten und den warmen Gegenden müssen deshalb die isobaren und die isosteren Flächen einander schneiden, und ein System von Solenoiden bilden, welches die kalte von der warmen Gegend trennt. Den obigen Satz kann man jetzt auf eine beliebige Kurve anwenden, welche beispielsweise an der Oberfläche der Erde von der kalten zu der warmen Gegend führt, in der warmen Gegend in der Höhe steigt, und in der Höhe zurückkehrt, um in der kalten Gegend wieder herunterzusteigen. Man findet dann, dass eine Cirkulationsbewegung entstehen muss, bei der man in der warmen Gegend aufsteigenden, in der kalten heruntersteigenden Luftstrom hat, und so dass der Wind an der Erdoberfläche von der kalten zu dem warmen, und in der Höhe von der warmen zu der kalten Gegend gerichtet ist. Die Anzahl der Solenoide wird immer ein Mass für die cirkulationserzeugende Kraft abgeben. Man gelangt in dieser Weise leicht zu den Cirkulationsbeweg-

ungen, die man an der Oberfläche der Erde als Passate, Monsune, Land- und Seewind, Berg- und Thalwind kennt. Man gelangt auch zu der Erscheinung der Cyklone unter der Voraussetzung, dass die sogenannte „physikalische" Cyklonentheorie richtig ist, und zu einem Kriterium, nach dem man durch meteorologische Beobachtungen entscheiden kann, ob diese Cyklonentheorie die richtige ist oder nicht. — Ähnliche Anwendungen wie auf die Mechanik der Atmosphäre wird der Satz auch auf die Mechanik des Meeres haben.

Für weitere Einzelheiten gestatte ich mir auf eine Abhandlung hinzuweisen, die bald in „Meteorologische Zeitschrift" erscheinen wird.

(Eingegangen 17. Jan. 1900.)

(Selbstreferat des Vortragenden.)

Die Frage der Decimalteilung von Zeit und Winkeln.

Prof. Klein-Göttingen teilte zunächst mit, dass die französische Regierung sich mit dem Plan trägt, für das nächste Jahr zur Erledigung dieser Frage einen internationalen Kongress nach Paris zu berufen. Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung habe im vorigen Jahre in Düsseldorf zur Beratung der Frage eine Kommission eingesetzt, damit Deutschland bei der zu treffenden Entscheidung gerüstet sei. Der Vorstand habe ferner, um den Gegenstand von allen Seiten zu beleuchten, Prof. Bauschinger-Berlin um Darlegung des Standpunktes der Astronomen und Nautiker ersucht. Des ferneren habe die Abteilung für Unterricht sich mit der Frage beschäftigt, und Oberlehrer Dr. Schülke-Osterode werde die in jenen Kreisen herrschenden Anschauungen zum Ausdruck bringen. Prof. Klein schlägt vor, zunächst diese Referate anzuhören, bevor die Versammlung in die Discussion eintritt — was angenommen wird — und erklärt von seiner Seite aus, unter Zustimmung des Vorsitzenden der deutschen Mathematiker-Vereinigung, Prof. Noether-Erlangen, dass die Mathematiker der Frage der Decimalteilung ziemlich kühl und gleichgiltig gegenüberstehen.

Das erste Referat erstattete **Prof. Mehmke**-Stuttgart:

Ich habe geglaubt, mich auf die ursprüngliche Frage der Winkelteilung beschränken zu sollen; denn für den Mathematiker und Geodäten tritt die Zahl der Fälle, in denen Winkel und Zeit zugleich vorkommen, gegen die Zahl derjenigen, in denen man es nur mit Winkeln allein zu thun hat, sehr erheblich zurück, und die Trigonometrie kann das Recht beanspruchen, die Frage der Winkelteilung von ihrem Standpunkt allein aus zu betrachten.

Während man in der Analysis ganz allgemein die Winkel in Bogenmass ausdrückt, giebt man sie in der Trigonometrie in Graden an. Der Grund ist offenbar der, dass die Periode 2π der Kreisfunktion eine irrationale Zahl ist, und dass man vermeiden will, eine solche zu addieren resp. zu subtrahieren. Es ist das ein ähnlicher Unterschied, wie der zwischen dem natürlichen und dem gemeinen Logarithmus.

Man muss von einer rationellen Winkelteilung verlangen, dass bei ihr die trigonometrischen Rechnungen möglichst einfach werden und folglich eine möglichst grosse Sicherheit gegen Rechenfehler vorhanden ist.

Die Einteilung des Kreises in 360 Grade, die des Grades in 60 Minuten u. s. f., die lange Zeit die einzige war, ist jetzt noch die vorherrschende. Bekanntlich ist sie uralt und wird auf die Babylonier zurückgeführt. Wie sie auch entstanden sein mag, jedenfalls war sie solange durchaus berechtigt, als alle anderen Einheiten, auch die Zeiteinheit, der Tag, der 60-Teilung unterworfen waren, bei allen wissenschaftlichen Rechnungen 60teilige Brüche angewendet und statt des sinus und cosinus die Sehne benutzt wurde. Als aber vor etwa 1000 Jahren der sinus in bewusstem Gegensatz zur Sehne angewendet wurde, wurde dieses Verhältnis gestört, der rechte Winkel rückte in den Vordergrund und hätte folgerichtig sexagesimal geteilt werden müssen. Seit dem Ende des 16. Jahrhunderts kam die decimale Teilung der verschiedensten Einheiten mehr und mehr in Aufnahme, und heutzutage, wo sie, abgesehen von der Zeit, überall durchgeführt ist, hat die altehrwürdige Gradteilung die innere Berechtigung vollständig verloren.

Sowohl der Gedanke, den alten Grad, als auch der, den rechten Winkel decimal zu teilen, tauchte zuerst in Deutschland auf, ersterer im 15. Jahrhundert, letzterer 1783. In Frankreich versuchte man zur Zeit der grossen Revolution, diese Neuerung im Anschluss an das metrische System, leider verquickt mit der Decimalteilung des Tages, durchzuführen. Aber man hatte die entgegenstehenden Schwierigkeiten wohl unterschätzt, so dass bald ein Rückschlag eintrat. Sie hat sich aber in neuerer Zeit bei den Geodäten eingebürgert, und ist hier u. a. in Baden, Hessen, Frankreich, Belgien amtlich eingeführt, in Württemberg und Preussen zugelassen.

Im Jahre 1864 wurde der Vorschlag gemacht, den ganzen Kreisumfang als decimal zu teilende Einheit zu wählen.

Von vornherein ist klar, dass die decimale

Teilung, mag die Einheit gewählt sein, wie sie will, eine grosse Vereinfachung giebt; das Addieren, Subtrahieren, Interpolieren u. s. w. wird bequemer. Neben diesen allgemeinen Vorzügen hat die Decimalteilung des Quadranten noch besondere. Die Kreisfunktionen nehmen innerhalb des ersten Quadranten alle Werte an, so dass die Zurückführung der Funktionen grösserer Winkel sich am einfachsten gestaltet, wenn der rechte Winkel als Einheit gewählt ist. Nicht ganz so einfach gestaltet es sich, wenn 2R oder 4R die Einheit bilden.

Vom Standpunkt der Trigonometrie bildet also der rechte Winkel die wahre, decimal zu teilende Einheit, wofür sich übrigens noch andere Gründe anführen lassen, z. B. dass die Tafeln bequem angeordnet werden können, dass das Komplement in derselben Weise zu bilden ist, wie die dekadische Ergänzung beim Logarithmus, wodurch Subtraktion auf Addition zurückgeführt wird, etc.

Als Mangel der neuen Teilung wird angeführt, dass die häufig vorkommenden Winkel von 30^0 und 60^0 sich in der unbequemen Form $33,^0_3\ldots$ und $66,^0_6\ldots$ darstellen, und dass ihre Funktionen nicht einmal in den Tafeln stehen. Doch kann dieser Einwand nicht ernsthaft genommen werden; es steht ja nichts im Wege, die Winkel als $^1/_3$ R und $^2/_3$ R zu bezeichnen und zu schreiben, wie das längst geschieht. Übrigens kommen diese Winkel auch in der Praxis selten vor. Es fällt doch auch niemandem ein, vom metrischen System abzugehen, weil $^1/_3$ m sich nur als periodischer Decimalbruch darstellen lässt. Wer das will, soll dafür eintreten, dass überhaupt ein auf der 12 oder 60 basiertes Zahlensystem eingeführt wird.

Dem Mangel, dass die Funktionen dieser Winkel nicht in den Tafeln stehen, ist doch sehr leicht abzuhelfen; jede Tafel besitzt doch am Schluss eine Sammlung von Konstanten.

Zuweilen behauptet man noch, dass die alte Winkelteilung bei der Herstellung von Instrumenten zur Winkelmessung gewisse Vorteile vor der neuen voraus hat; das ist jedoch nach meinen Erkundigungen bei einem der ersten Präcisionsmechaniker ein Irrtum.

Ich komme daher zu dem Schluss, dass die decimale Teilung des Kreisquadranten resp. rechten Winkels die rationellste Winkelteilung ist. Ihrer allgemeinen Einführung steht in der Mathematik und Geodäsie nichts im Wege.

Es folgte ein Gutachten von Prof. **Bauschinger-Berlin**, das wegen Behinderung des Referenten von Prof. Gutzmer-Jena verlesen wurde. Darin wurde folgendes ausgeführt:

Von geographischen und nautischen Kreisen Frankreichs ist der Vorschlag ausgegangen, das jetzt allgemein in Gebrauch befindliche Sexagesimalsystem der Winkel- und Zeitteilung durch ein einheitliches decimales System zu ersetzen, mit der Motivierung, dass hauptsächlich durch die Kompliciertheit der Rechnung im gegenwärtigen System eine allgemeinere Anwendung der nautischen Rechnungen in der Marine verhindert werde. Es ist von vornherein zuzugeben, dass die praktische Nautik sich gegenwärtig überall auf einem bedauerlich tiefen Niveau befindet, und dass Bestrebungen, dasselbe zu heben, nur mit Freude begrüsst werden müssten, und es ist ferner auch zuzugeben, dass die nautischen Rechnungen durch das Decimalsystem eine (vom Standpunkt eines geübten Rechners allerdings unerhebliche) Erleichterung erfahren; es muss aber eingehend geprüft werden, ob so radikale Änderungen, wie die der Zeit- und Winkelteilung, welche so tief in verschiedene andere Wissenschaften, wo Nachteile des bisherigen Systems nicht hervorgetreten sind, und in die Gepflogenheiten des täglichen Lebens eingreifen, auf Grund der Forderungen eines so kleinen und jungen Interessenkreises, wie die Nautik, zugelassen werden können, ohne andere Forschungsgebiete zu schädigen. Im vorliegenden Gutachten soll das vom Standpunkte der Astronomie aus geschehen, welche in dieser Angelegenheit hervorragend beteiligt ist, nicht nur, weil die Nautik von ihr abhängt, sondern hauptsächlich, weil sie ohne Frage den häufigsten Gebrauch von Winkeln und von Zeitgrössen macht.

Es muss noch hervorgehoben werden, dass dank dem ehrwürdigen Alter der jetzigen Teilung dieselbe von allen Kulturvölkern der Erde angenommen worden ist, so dass auf diesem Gebiete allgemein menschlicher Einrichtungen eine Einigkeit herrscht, wie sie auf anderen Gebieten erst mit Überwindung grosser Schwierigkeiten hergestellt werden musste oder erst herzustellen ist. Einigkeit in solchen Einrichtungen ist aber unendlich viel mehr wert, als die Einführung des besten Systems, neben dem das alte fortbestehen muss. Diese Einigkeit sollte durch keinen Versuch in Frage gestellt werden.

Der französische Vorschlag besteht in folgenden zwei Punkten:

I. Die Einheiten des Winkels und der Zeit sollen unter Aufgebung der Sexagesimalteilung nach dem Decimalsystem in Unterabteilungen zerlegt werden.

II. Als Einheit des Winkels sollen der 100. Teil des Kreisquadranten (der Decimalgrad), als Einheit der Zeit die bisherige Stunde gewählt werden, so dass 400 Decimalgrade mit 24 Stunden Zeit äquivalent sind.

Vom astronomischen Standpunkt aus müssen diese Vorschläge zurückgewiesen werden, wie jetzt eingehend motiviert werden soll.

Ad I (Decimalabteilung).

Die Vorzüge einer decimalen Teilung für alle Rechenoperationen liegen auf der Hand und brauchen hier nicht auseinandergesetzt zu werden; da aber mit Winkel- und Zeitgrössen nur Rechenoperationen allereinfachster Art vorgenommen werden müssen, wenigstens in allen Fällen, wo nichtberufsmässige Rechner (z. B. Seeleute) damit zu thun haben, so macht auch die sexagesimale Teilung keine nennenswerten Schwierigkeiten. Zudem kann ja doch in allen den Fällen, wo die decimale Teilung erhebliche Vorteile bietet, z. B. bei Interpolationen, leicht genug durch eine Division mit 6 von der sexagesimalen Teilung auf die decimale übergegangen werden. Solche kleinen Unvollkommenheiten bei einer oder der anderen Anwendung sind einmal notwendig mit einer Einrichtung verknüpft, die, wie die Winkel- und Zeitteilung, den verschiedenartigsten Zwecken dienen muss. Dagegen besitzt die sexagesimale Teilung noch einen Vorzug vor der decimalen: sie hat eine grössere Anzahl von einfachen Teilern, ein Umstand, der dem geübten Rechner manche Bequemlichkeit verschafft und auch bei der praktischen Ausführung und Prüfung einer Teilung auf Zifferblättern und geteilten Kreisen nicht unerhebliche Vorteile gewährt.

Den Vorzügen der decimalen Teilung für die Rechnung stehen sehr erhebliche Nachteile derselben für die Beobachtung gegenüber, wenigstens soweit es sich um astronomische Beobachtungen handelt. Die Decimalbogensekunde und die Decimalzeitsekunde sind zu klein; es ist erstere gleich $0{,}324''$, letztere $0{,}36^s$. Richtet man die Ablesetrommel so ein, dass man ganze Decimalsekunden abliest und Zehntel schätzt, so wird dies eine Genauigkeit der Ablesung, die wesentlich grösser ist als die der Einstellung; richtet man aber die Ablesung so ein, dass man Zehner von Decimalsekunden abliest und Zehntel hiervon schätzt, so bleibt die Genauigkeit der Ablesung hinter der der Einstellung zurück. Der Mechaniker wird also zu künstlichen Teilungen greifen müssen, welche dem Astronomen wieder die Rechenarbeit erschweren. — Die Decimalzeitsekunde ist sowohl für den Beobachter zu klein, indem er Aug- und Ohrbeobachtungen in derselben nicht anstellen könnte, als auch wird der Uhrmacher keine Decimalsekundenuhr herstellen können, da das Pendel zu kurz würde; man würde zu Doppel- oder dreifachen Sekunden greifen müssen, für den Astronomen eine Quelle unaufhörlicher lästiger Arbeit.

Ad II (Einheiten).

Die bisherige Stunde ist als Einheit der Zeit beibehalten worden, weil keine andere Teilung des Tages besondere Vorzüge aufwies, und weil man es für unmöglich hielt, sie aus dem bürgerlichen Leben zu entfernen. Die Ersetzung des Grades durch den Decimalgrad, wobei das grosse Publikum wenig oder gar nicht betroffen wird, glaubt man dagegen den verschiedenen Wissenschaften, insbesondere der Astronomie, zumuten zu dürfen. Ich behaupte, der Gewinn würde ein minimaler, der Schaden, welcher der Astronomie erwächst, aber ein so enormer sein, dass sich meines Erachtens die Astronomen niemals entschliessen dürfen, den Decimalgrad zu adoptieren, auch wenn sonst eine allgemeine Annahme erfolgen sollte.

Der Vorteil des Decimalgrades ist, dass bei Addition von Winkeln der Überschuss über 2π durch Subtraktion von 40 statt von 36 gebildet wird, und dass der Quadrant 100 Grad statt 90 beträgt. Ich glaube, dass auch ein ungeübter Rechner diese Erleichterung nicht zu hoch anschlagen wird.

Was den Übergang vom Winkel zur Zeit und umgekehrt anlangt, so ist derselbe im alten wie im neuen System gleich leicht auszuführen, denn eine Division, bezw. Multiplikation mit 15 oder mit 6 dürfte auf der gleichen Stufe stehen. Ein gehörig angeleiteter Rechner wird in dem einen wie in dem anderen Falle das Resultat ohne Tafel und ohne Zwischenrechnung sofort anschreiben können.

Dagegen geht der einfache Zusammenhang zwischen Winkel und Zeit, der im alten System durch die Gleichungen gegeben ist:

$$1^h = 15^0 \qquad 1^0 = 4^m$$
$$1^m = 15' \qquad 1' = 4^s$$
$$1^s = 15''$$

und für die Überschlagsrechnungen so sehr viele Vorteile bietet, im neuen System völlig verloren, denn hier haben wir die incommensurabeln Beziehungen:

$$1^H = 16^0{,}666\ldots$$
$$1^M = 16'{,}666\ldots$$
$$1^S = 16''{,}666\ldots$$

Auf diese Punkte soll jedoch kein besonderes Gewicht gelegt werden; der Hauptgrund, der jedem Astronomen die Annahme des neuen Systems unmöglich macht, liegt in der Unterbrechung der Tradition, beziehungsweise in der Notwendigkeit, alle alten Beobachtungen und Tafeln in das neue System umzurechnen. Dass dies schlechterdings unmöglich ist, hat sich schon im Anfang dieses Jahrhunderts herausgestellt; am Ende desselben, wo eine fast unübersehbare Reihe von neuen Beobachtungen und Tafeln (Planetentafeln, Refraktionstafeln, Sternkatalogen u. s. f.) hinzugekommen, wäre eine Änderung etwa gleichbedeutend mit der Forderung, 10 Jahre lang auf jede Fortarbeit zu verzichten und ledig-

lich das vorhandene Material in die neue Form umzusetzen. Wäre der Vorschlag etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts aufgetaucht, so möchte er auch für den Astronomen discutabel gewesen sein, heute kommt er ohne Zweifel zu spät.

Es liegt auch nicht so, dass mit einer einmaligen Umrechnung dieser Sammelwerke die Arbeit ein- für allemal geleistet wäre, sondern der Fortschritt in der Astronomie bedingt ein fortwährendes Zurückgehen auf die Originalbeobachtungen, aus denen jene Sammelkataloge entstanden. Die Arbeit des Umrechnens würde also eigentlich für den Astronomen niemals ein Ende erreichen.

Gegenüber dieser den Astronomen zugemuteten Arbeitslast kommt anderen Nachteilen ein geringeres Gewicht zu. Doch soll wenigstens noch erwähnt werden, dass alle mit grosser Mühe fein untersuchten Kreisteilungen, auf denen die Fundamente der Astronomie ruhen, sowie alle Normaluhren, deren Gang durch jahrelange Beobachtungen die erforderliche Vollkommenheit erlangt hat, mit Einführung des neuen Systems antiquiert werden und durch neu zu beschaffende und neu zu untersuchende Kreise und Uhren zu ersetzen sind. Die hierzu erforderlichen Geldmittel und Arbeitskräfte sind keineswegs zu unterschätzen.

Fragen wir nun zum Schluss, welches der Preis ist, um den die Astronomie alle diese Nachteile auf sich nehmen würde, so kann nur geantwortet werden, dass der astronomische Rechner in Zukunft von 10 und 40 statt von 9 und 36 abzuziehen haben würde, und dass bei einigen Interpolationen die Verwandlung in Decimalteile erspart bliebe. Angesichts dessen erscheint es gewiss eine unerhörte Forderung, lediglich deshalb, dass von einem einzelnen Beruf gewisse, an sich einfache Rechnungen noch leichter ausgeführt werden können, Jahrtausende alte, bewährte, von allen Völkern angenommene und in alle Lebenskreise und Wissenschaften eingedrungene Kultureinrichtungen beseitigen und durch keineswegs vollkommene ersetzen zu wollen. Der näher liegende Weg erscheint doch der zu sein, die Ausbildung und Einübung der Seeleute so zu vervollkommnen, dass sie auch die etwas schwierigere Arbeit bewältigen können.

Leitsätze:

I. In der Astronomie kann von den bisherigen Einheiten der Zeit und des Winkels unter keinen Umständen abgegangen werden.

II. Die decimale Unterteilung der bisherigen Einheiten empfiehlt sich nicht für den astronomischen Gebrauch im allgemeinen.

III. Wollen andere Wissenschaften von der decimalen Teilung der bisherigen Einheiten durchgehenden Gebrauch machen, so ist vom astronomischen Standpunkt dagegen um so weniger etwas zu erinnern, als die Astronomen dieselbe schon längst anwenden, wo es zweckmässig ist.

Das dritte Referat erstattete Oberlehrer **Schülke**-Osterode, Ost-Pr. vom Standpunkte des Unterrichtsmannes:

Der stetige Fortschritt von Wissenschaft und Technik drängt zu einer eingehenden Behandlung der Mathematik auf dem Gymnasium, andrerseits aber machen die fortdauernden Klagen über Überbürdung der Schüler es dem Lehrer zur Pflicht, auch jede kleine Erleichterung anzunehmen. Aber es wäre nicht zweckmässig, wenn der Unterricht allein ohne Verbindung mit den Wissenschaften vorgehen würde.

Die Geodäsie will den rechten Winkel decimal teilen, die Astronomie will den jetzigen Grad beibehalten; diesen dagegen teilen die Astronomie, Nautik und Physik für gewisse Rechnungen decimal. Diese Sachlage kann wohl auch durch die bevorstehende internationale Besprechung nicht geändert werden. Würden selbst Deutschland und Frankreich die neue Teilung annehmen, so würden doch England und Amerika nicht folgen. Es werden also auch in Zukunft die drei Teilungen bestehen bleiben, von denen vorzugsweise die alte gebraucht werden wird. Mithin muss das Gymnasium die Umwandlung der Teilungen ineinander lehren, braucht aber nur eine derselben für die Rechnungen in der Schule beizubehalten.

Von 17000 Schülern, die alljährlich in Preussen mit der Trigonometrie beginnen, gelangen nur 5400 zur Reifeprüfung, und nur 1700 erfahren auf der Hochschule eine Vollendung ihrer mathematischen Ausbildung. Für alle übrigen muss der Schulunterricht allein sorgen, und für diese ist bei der Trigonometrie die decimale Teilung die allein geeignete; die 3 Einheiten und die Interpolation bilden für den Anfänger eine Schwierigkeit, deren Grösse von dem Fachmann oft unterschätzt wird.

Zunächst ist die Frage, welche Einheit zu wählen ist, d. h. ob der Quadrant in 100 oder in 90 Teile zu teilen ist. Da ist zu bemerken, dass im Unterricht die Winkel von 30^0 und 60^0 eine erhebliche Rolle spielen, während die nach der neuen Teilung leichter zu bestimmenden Komplemente und Supplemente unwichtiger sind. Weiter ist 1^0 auf der Erdoberfläche etwa gleich 100 km, die Seemeile $= \frac{1}{60}$ Grad, während sie $\frac{1}{54}$ Neugrad wird. Ebenso entspricht die Stunde 15^0, aber $16\frac{2}{3}$ Neugrad. Auch ist der Anschluss an die Astronomie, Physik, Nautik und Geographie, die den alten Grad beibehalten, für die überwiegende Zahl der Schüler wichtiger, als der Anschluss an die Geodäsie, die den

Neugrad wünscht. Endlich ist die Decimalteilung des Grades in der Wissenschaft ziemlich verbreitet, wie an bestimmten Beispielen gezeigt wurde.

Daher scheint mir die Beibehaltung des alten Grades für den Unterricht richtig; diesen aber decimal zu teilen, giebt im Unterricht wesentliche Vorteile. Auch eine solche kleine Erleichterung, wie diese, ist für den Schüler ungefähr ebenso wichtig, wie für den Soldaten eine geringe Erleichterung des Gepäckes.

An einer Änderung der Zeiteinteilung hat der Unterricht gar kein Interesse.

Für die zahlreichen Anhänger der alten Teilung möchte ich noch bemerken, dass ein Vergessen derselben gar nicht zu befürchten ist. Einerseits zwingt uns die alte Litteratur beständig, darauf zurückzugreifen. Auch zeigt der Gebrauch der römischen Zahlen, dass eine tausendjährige Gewohnheit nicht leicht aufgegeben wird.

Ich empfehle also im Interesse der Einfachheit und Übersichtlichkeit der Rechnungen und in der Absicht, die Zeit und Kräfte der Schüler für wichtigere Aufgaben zu gewinnen, unter Beibehaltung des 90. Teils des Quadranten als Einheit, zur decimalen Teilung des Grades überzugehen.

Discussion.

Seeliger-München (Astronom): Ich stehe auf demselben Standpunkt, wie Dr. Schülke. Ich könnte mich vollständig damit einverstanden erklären, dass wir diesen Kompromiss schliessen, den alten Grad beibehalten und diesen decimal teilen. Ich sehe einen Vorteil der decimalen Teilung des Quadranten absolut nicht ein. Wenn ich Herrn Prof. Mehmke recht verstanden habe, reduciert sich der ganze Vorteil auf die Subtraktion von 400 anstatt von 360. Dem steht gegenüber, was Bauschinger ausgeführt hat, dass die alte Teilung so absolut fest steht und allgemein acceptiert ist. Ich glaube daher, dass der alte Grad die Einheit bleiben muss, da er auch — dies könnte ein neuer Gesichtspunkt sein — bei allen Abschätzungen, die jeder Forscher vorzunehmen hat, uns als Bild vorschwebt. Die Übereinstimmung der Bogenteilung und der Zeit wird von Mehmke entschieden unterschätzt. Auch der Geodät hat oft genug mit der Zeitmessung zu thun.

Ich würde mich also dahin aussprechen, dass ich mich in diesem einen Punkte nicht ganz mit Bauschinger einverstanden erklären könnte, die einfache decimale Teilung des Grades anzunehmen. Das ist in der Astronomie praktisch schon oft ausgeführt worden, und wer die betreffenden Tabellen hat, wird z. B. bei den Berechnungen von Doppelsternen stets die decimale Teilung benutzen.

Förster-Berlin (Astronom): Ich bin in dem Berichte des ersten Herrn Referenten als derjenige erwähnt worden, welcher durch seine Anregung die Discussion in Heidelberg und Bremen veranlasst hat (im vorliegenden Referate nicht erwähnt). Dadurch erscheine ich gewissermassen als engagiert für die centesimale Teilung des Quadranten. Daher ist es mir ein besonderes Bedürfnis, meine Stellung zu präcisieren.

Ich glaube, die Astronomen werden dazu kommen, mit der Hundertteilung des Quadranten zu rechnen, namentlich in längeren Rechnungen, ohne deshalb mit der alten Teilung bei den Beobachungen zu brechen. Die jedesmaligen Umrechnungen, wenn sie mit Hilfe von Tafeln erfolgen, werden gar nicht ins Gewicht fallen gegenüber den Vorteilen des decimalen Rechnens. Daran ist natürlich gar nicht zu denken, dass die Millionen alter Beobachtungen umgerechnet werden, die dadurch auch von ihrer Klassicität verlieren würden.

Dann möchte ich noch bemerken, mir ist nicht bekannt, dass die Nautik irgendwie dazu drängt, die Decimalteilung in ihrem Gebiete einzuführen. Ich glaube, dass es kaum ein Gebiet menschlicher Thätigkeit giebt, in welchem man mit Recht so wenig nach Neuerungen strebt, wie in der astronomischen Nautik.

Ich habe mich gewundert, dass die Herren nichts gesagt haben über die Erfahrungen, die die Geodäten bei der Anwendung beider Systeme gemacht haben. Dort liegt die Sache anders. In der niederen Geodäsie bietet die Hundertteilung des Quadranten grosse Vorteile.

Was die Zeit betrifft, stimme ich mit Bauschinger und Schülke ganz überein. Auch die Decimalteilung der Stunde halte ich nicht für gut. Ich erinnere nur an die Einrichtung der Zifferblätter. Auch die Physiker werden wohl über die Einrichtungen auf Grundlage der Sekunde noch sprechen. Dann muss ich noch bemerken, dass für das Rechnen mit der Zeit auch ausserhalb der Astronomie kein Bedürfnis nach einer Änderung vorliegt; die entgegengesetzte Behauptung beruht auf einem Missverständnis und geht von einem Decimalfanatismus aus. Bauschinger sagt sehr richtig, das metrische System macht seinen Siegeslauf, weil es überall Ungleichmässigkeiten beseitigt. Hier müsste aber die Gleichmässigkeit beseitigt werden; wir würden gar nicht imstande sein, die decimale Teilung ohne weiteres einzuführen. Schon die Einführung der Greenwicher Zeit macht grosse Schwierigkeiten. Nach dieser Richtung hin müssen wir im nächsten Jahre in Frankreich wirken. Ich bin der Meinung, wir sollten einige Männer nach Paris schicken, die

den verständigen Leuten dort gegen die Decimalfanatiker beistehen.

Neumayer-Hamburg (Direktor der Seewarte, Nautiker). In Beziehung auf das, was die Nautik anlangt, stehe ich ganz auf dem Boden Försters. Auf seinem Standpunkt stehe ich auch in Beziehung auf die Zeiteinteilung. Die Nautiker werden uns, wenn sie erfahren haben, dass wir uns in diesem Sinne erklären, sehr dankbar sein.

Boltzmann-Wien (Physiker): Die Physiker haben ebenso wie die Mathematiker kein so direktes Interesse an dieser Angelegenheit. (Der Vorsitzende Klein hatte bei Eröffnung der Discussion, sich an einen Mathematiker wendend, gesagt: Ihnen ist die Sache jedenfalls gleichgiltig.) Sie empfinden einerseits die Unbequemlichkeiten der gegenwärtigen Zeit- und Winkelteilung nicht allzu schwer; anderseits haben sie nicht so viel Daten, wie die Astronomen, dass das Umrechnen derselben unüberwindliche Schwierigkeiten machen würde. Wenn man für die Zeit die gegenwärtige Teilung beibehielte, ebenso den Grad, diesen aber decimal teilte, so ist das etwas, was vielleicht erreichbar wäre und manche Rechnungen erleichtern würde. Aber das möchte ich betonen, dass die Einheitlichkeit die Hauptsache ist; die muss erhalten bleiben. Eine Zerstörung der jetzt herrschenden Einheitlichkeit wäre das, was den Physikern am allerungeeignetsten erscheinen würde.

Warburg-Berlin (Physiker): Ich habe mich mit der Frage wenig beschäftigt. Boltzmanns Ausführungen aber erscheinen mir sehr vernünftig. Die Zeitsekunde ist jedenfalls beizubehalten, auch sind eben erst die elektrischen Masseinheiten auf sie begründet, und ich möchte nicht wieder daran rütteln. Der jetzige Winkelgrad kann vielleicht decimal geteilt werden; aber ich möchte auch, wie Boltzmann, betonen, dass absolute Einigkeit die Hauptsache ist. Darin besteht ja auch der wesentliche Nutzen der elektrischen Einheiten. Ehe man etwas Neues vorschlägt oder sich zu etwas Neuem in dieser Richtung entschliesst, möchte ich es doch für wichtig halten, sich mit den Präcisions-Mechanikern in Verbindung zu setzen, ob irgend ein Vorschlag bei ihnen auf allgemeine Annahme rechnen könnte.

M. Schmidt-München (Geodät): Die Geodäten haben bei der Rechnung mit der Centesimalteilung des Quadranten keinerlei schlimme Erfahrungen gemacht. Was nun die decimale Einteilung des jetzigen Grades in Unterabteilungen betrifft, so habe ich lange Zeit, etwa 12 Jahre, mit beiden Teilungen, der alten und der decimalen, gearbeitet, bei den oberirdischen Messungen mit der einen, bei den unterirdischen mit der anderen. Und da hat sich gezeigt, dass die decimale Teilung des alten Grades beträchtliche Vorteile zeigt, und wir haben sie, wo es irgend anging, angewendet. Ich kann dem Kompromiss-Vorschlag nur zustimmen, und schliesse mich im übrigen den Astronomen an.

Mehmke: Geheimrat Förster ist seiner Zeit für die Decimalteilung des Quadranten eingetreten. Die Umrechnungen, von denen Bauschinger spricht, hat den Astronomen noch niemand zugemutet; dass der wissenschaftliche Fortschritt dadurch gehemmt würde, ist eine kolossale Übertreibung. Die Umrechnung könnten untergeordnete Hilfskräfte besorgen. Auch könnte man eine Rechenmaschine konstruieren von der Art, dass man eine Winkelangabe nach alter Teilung auf ihr abtastet und dass dann die Zahl nach neuer Teilung erschiene. Das ist gar nicht so schwierig. Man könnte sogar den Druck vorsehen, so dass die Umrechnung gar keine Schwierigkeit böte. Aber das nur nebenbei; denn ich glaube nicht, dass die Astronomen sich dazu entschliessen werden.

Was die Geodäten betrifft, so scheint mir Schmidt nicht die Meinung der Mehrzahl zu vertreten. Die Mehrzahl ist nach meiner Erfahrung sehr für die Decimalteilung des Quadranten, und der Vermittlungsvorschlag, glaube ich, wird auf entschiedenen Widerspruch bei ihnen stossen, und ich glaube, auch bei den Präcisionsmechanikern. Denn viele mechanische Institute haben ihre Teilmaschinen auf die alte und neue Teilung eingerichtet, die Physikalische Reichsanstalt liefert Mutterkreise für die alte und neue Teilung. Wenn sie noch für eine dritte Teilung Vorkehrungen treffen sollten bei ihren Teilmaschinen, würde ihnen die Sache wohl zu bunt werden.

Tesdorpf-Stuttgart (Präcisions-Mechaniker): Für uns ausführende Mechaniker würde, wenn noch weitere Teilungsarten zu den bisherigen hinzukämen, allerdings bedeutende Arbeitsvermehrung erwachsen. Insofern wäre es zu begrüssen, es bliebe beim Alten. Doch möchte ich nicht den Anschein erwecken, falls Anforderungen von seiten der Wissenschaft als dringend gestellt werden, wir solche aus rein geschäftlichen Gründen zu untergraben geneigt wären. Wir werden mit den Wissenschaften stets gleichen Schritt halten.

Ich glaube auch im Sinne meiner Kollegen zu handeln, wenn ich zu dieser Frage keine direkte Stellung nehme.

Förster: Ich bin allerdings der Meinung, dass der grosse Beobachtungsschatz der Astronomie nicht umgerechnet werden darf. Ich glaube, man wird das alte Material nur ge-

gebenen Falles ad hoc umsetzen, wenn man mit ihm in neuer Teilung längere Rechnungen auszuführen hat. Hierfür werden Rechenmaschinen ganz gute Dienste leisten; aber auch Tafeln hierzu sind jetzt schon vorhanden.

Die decimale Teilung des jetzigen Grades scheint mir ganz im Sinn eines solchen Übergangsverfahrens zu liegen. Es wird hier gerade so gehen, wie es mit der Sekunde gegangen ist, die Ptolemaeus ebenfalls noch sexagesimal weiter geteilt hat. Wir haben bei der Sekunde Halt gemacht, und der Schritt, den wir jetzt mit der decimalen Teilung des Grades machen wollen, entspricht ganz diesem Weg.

M. Schmidt: Ich möchte nicht missverstanden werden. Ich habe erklärt, dass die Geodäten nur günstige Erfahrungen mit der Centesimalteilung des Quadranten gemacht haben. Und weiter habe ich meine Erfahrungen, die ich 12 Jahre lang mit der decimalen Unterteilung des gegenwärtigen Grades gemacht habe, als sehr günstige bezeichnet.

Es wird von dem stellvertretenden Vorsitzenden, Prof. Klein, angeregt, dass die Deutsche Mathematiker-Vereinigung auf Grund der Debatte einen Bericht verfasse und im Namen der Naturforscherversammlung dem Reichskanzler überreiche mit dem Ersuchen, den Pariser Kongress durch Sachverständige zu beschicken, die sich im Sinne dieses Berichtes zu informieren hätten. Der Vorsitzende der Vereinigung sichert die Ausführung dieses Vorschlages zu, und es erfolgt allgemeine Zustimmung. [1])

(Von den Beteiligten durchgeseh. Referat von Dr. B. Borchardt.)

1) Dieser Bericht, vom Schriftführer der Deutschen Mathematiker-Vereinigung Prof. Gutzmer-Jena, auf Grund des authentischen Materials zusammengestellt, ist noch im Oktober dem Herrn Reichskanzler zugegangen; der Bericht erscheint in den Verhandlungen der Naturforscher-Gesellschaft und wird in weiterer Ausführung in dem Jahresbericht VIII der Deutschen Mathematiker-Vereinigung veröffentlicht werden.

BESPRECHUNGEN.

Über eine optische Methode der Illustrationstechnik (Autotypie).

Die reproduktive Illustrationstechnik bedient sich seit etwa einem halben Jahrhundert einer optischen Methode zur Zerlegung der kontinuirlichen Tonreihe toniger Vorlagen in aequivalente Töne aus rein weissen und schwarzen Elementen. Diese Methode entwickelte sich aus den Bestrebungen, die bekannte analoge Thätigkeit der Holzschneider, Kupferstecher u. s. w. durch ein rein mechanisches Mittel zu ersetzen. Heute hat man dies Ziel nicht nur erreicht, sondern man hat, was Treue der Reproduktion anlangt, die manuellen Techniken weit überflügelt.

Der optische Apparat dieser wichtigen Methode besteht aus einem, in einer Ebene angeordneten System vieler, äusserst kleiner Lichtschirme, welche teils opak, teils durchscheinend, transparente Elemente von ähnlichen Dimensionen und Formen zwischen sich lassen.

Derartige Specialschirme (screens, veils, tints) werden in Deutschland als „Töne, Raster" bezeichnet.

Hinsichtlich der Form und Anordnung der einzelnen Elemente unterscheidet man circa 7 Haupttypen, von welchen der Kreuzrastertypus (System paralleler, sich kreuzender Linien) die grössten praktischen Vorteile bietet.

Die Rasterverfahren lassen sich einteilen in

1. Rasterkopierverfahren und
2. Rasteraufnahmeverfahren.

Bei dem ersteren werden die Raster in Form dünner Schichten (Collodium- oder Gelatinehäutchen) zwischen photographische Matrize und präpariertes Material gelegt und so dem Lichte ausgesetzt (kopiert).

Bei dem zweiten, gebräuchlicheren Verfahren setzt man den Raster während der Aufnahmen im photographischen Apparat entweder in den Objektraum (in bestimmte Stellung vor oder hinter dem Objekt) oder in den Bildraum (in bestimmte Stellung vor dem Bild resp. der photographischen Platte.)

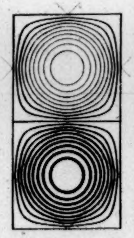

Fig. 1.

Infolge des enormen Aufschwunges und der grossen industriellen und kulturellen Bedeutung der Rasterphotographie wurde die Theorie der optischen Rasterwirkung in letzter Zeit mehrfach erörtert. Die Typen des Kreuzrasters, des Schachbrettrasters und des vignettierten Rasters wurden besonders eingehend durch E. Deville[1]), Canada, untersucht und die Gesetze der geometrischen Lichtverteilung durch diese Raster festgelegt. (Halbschattentheorie.) Die gleichzeitig, sowohl im Objektiv (Blende) wie an den Rasterelementen auftretenden Diffraktionserscheinungen modificieren indes die rein geometrische Lichtverteilung erheblich und es erscheint eine vollkommene Lösung des ausserordentlich komplicierten Problems fast ausgeschlossen. Die endgiltige Frage nach Form

1) Die Theorie des Rasters in dem photomechanischen Verfahren. Phot. Mitt. 1899, S. 259.

und Grösse der einzelnen Elemente im Druck wird ausserdem noch durch eine Reihe chemisch-mechanischer Wirkungen während der Zwischenoperationen wesentlich beeinflusst.

Immerhin haben die theoretischen Erwägungen viel zur Erleichterung der Praxis beigetragen und es sind die dahin zielenden Studien durchaus noch nicht als abgeschlossen zu betrachten.

In folgendem wollen wir kurz den Devilleschen Ausführungen über den wichtigsten Fall der Praxis folgen. Es handelt sich um die Frage nach der rein geometrischen Lichtverteilung durch einen Kreuzraster im Aufnahme-

Aus einiger Entfernung zu betrachten.

Fig. 2. Vorlage.

Fig. 3. Reproduktion mittelst Kreuzraster. Massstab ca. 7:1.

verfahren, und zwar für den speciellen Fall, wo sich der Raster im Bildraum in kurzer Entfernung vor der Bildebene befindet.

Als Lichtquelle ist die Blendenfläche zu betrachten, deren Helligkeit proportional der Lichtmenge, welche der entsprechende Objektpunkt aussendet, variiert. Der Kreuzraster entwirft alsdann auf der Bildebene resp. photographischen Platte einen diffusen Schatten, welcher am hellsten hinter den transparenten, und am dunkelsten hinter den opaken Teilen des Rasters ist; dazwischen liegen verschiedene Helligkeitsgrade.

Bezeichnet man mit $\mathfrak{J}$ die Beleuchtung auf den Teilen der Bildebene, welche den vollen Betrag der Blendenhelligkeit empfangen, mit q den Teil der von einem Punkte des Halbschattens aus sichtbaren Blendenfläche, so ist die Beleuchtung i in diesem Punkte

$$i = q\,\mathfrak{J}.$$

Zur Bestimmung der autotypischen Punktformen resp. Dimensionen konstruiert nun Deville die Kurven gleicher Beleuchtung.

Hat man einen Kreuzraster von gleicher Linienbreite (opake und transparente Linien gleich breit) und eine quadratische Blendenöffnung, deren Diagonalen den Rasterlinien parallel laufen, so erhält man für Werte von $\frac{i}{\mathfrak{J}}$, welche in arithmetischer Reihe von $\frac{1}{20}$ bis 1 wachsen, die in der Figur 1 dargestellten Kurven, wenn die Bedingungen der folgenden Gleichung erfüllt sind.

$$f = \frac{F}{n\Delta}.$$

In welcher

f die Entfernung des Rasters von der Bildebene (Rasterdistanz),

F die Bildweite,

$\frac{1}{n}$ das Netzintervall und

Δ die Länge der Blendendiagonale bedeutet.

Die Umrisse des vorgeschalteten Kreuzrasters sind in der Figur punktiert angedeutet. Die Kurven der oberen Quadrate befinden sich hinter den Schnittflächen der opaken Linien, die Kurven des unteren Quadrates hinter den transparenten Quadraten des Kreuzrasters. Das autotypische Negativ setzt sich nach der Aufnahme von einer getönten Vorlage (Figur 2) aus transparenten Punkten der oberen, und opaken Punkten der unteren Kurvenformen zusammen. Im Positiv (Kopie, Druck) ist das Verhältnis umgekehrt (Figur 3).

Für $\frac{i}{\mathfrak{J}} = \frac{1}{2}$ erhält man abwechselnd transparente und opake Quadrate in der Art eines Schachbretts (Mittelton).

Wenn diese einfachen geometrischen Regeln ausschliesslich Geltung hätten, so würde man die kontinuierlichen Töne der Vorlagen mit Leichtigkeit in die aequivalenten autotypischen Töne aus weissen und schwarzen Punkten zerlegen können. Leider treten die bereits angeführten Beugungs- und chemisch-mechanischen Wirkungen hinzu und erschweren eine vollkommene theoretische Behandlung des Problems ausserordentlich. Andererseits haben indes die letztgenannten Wirkungen für die Praxis einen wesentlichen, nicht zu unterschätzenden Vorteil.

C. Grebe, Jena.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.